

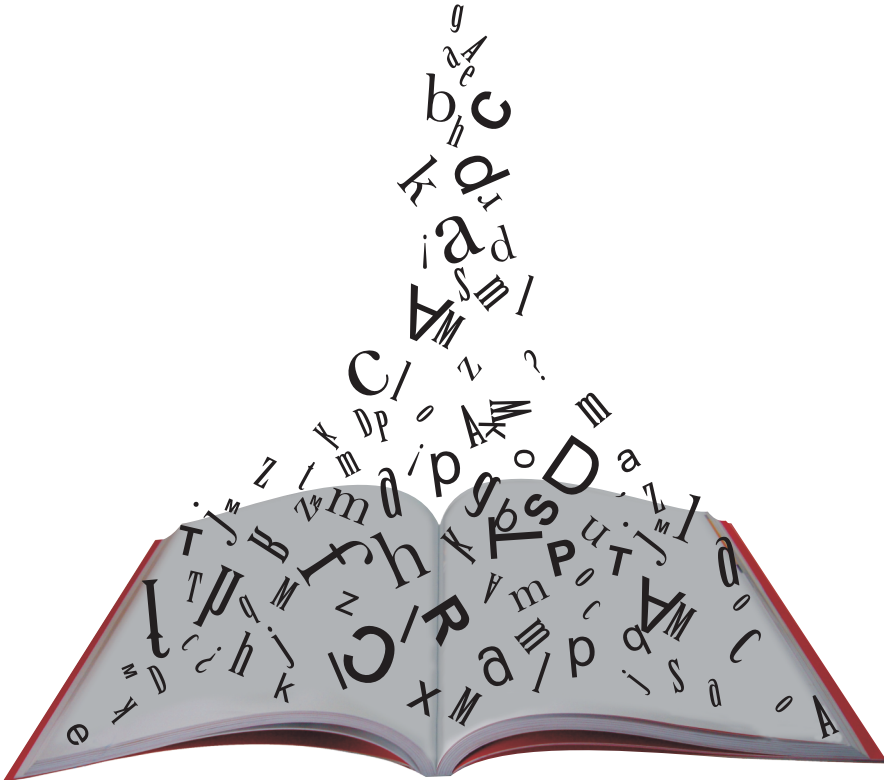
L.T.F. Gamut



Lógica, lenguaje y significado

Lógica intensional y gramática lógica

Traducción:
Édgar J. Andrade
Carlos M. Márquez



Colección Lecciones de Ciencias Humanas



LÓGICA, LENGUAJE Y SIGNIFICADO

Lógica intensional y gramática lógica

L.T.F. Gamut

Traducción:
Edgar J. Andrade y Carlos M. Márquez



COLECCIÓN LECCIONES DE CIENCIAS HUMANAS

© 2010 Editorial Universidad del Rosario
© 2010 Universidad Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario,
Escuela de Ciencias Humanas
© 2010 L.T.F. Gamut
© 2010 Edgar J. Andrade y Carlos M. Márquez, por la traducción
© 1982 Uitgeverij Het Spectrum
Primera edición en español: Bogotá, D.C., abril de 2010

ISBN: 978-958-738-013-2

Traducción: Edgar J. Andrade y Carlos M. Márquez
Coordinación editorial: Editorial Universidad del Rosario
Corrección de estilo: Mónica Laverde H.
Diagramación: Edgar J. Andrade
Diseño de cubierta: María del Pilar Palacio
Impresión:

Editorial Universidad del Rosario
Cra 7 No. 13-41 ofc. 501 Tel.: 2920200 Ext. 7724 Bogotá, Colombia
editorial@urosario.edu.co

Todos los derechos reservados. Esta obra no puede ser reproducida sin el permiso previo
escrito de la Editorial Universidad del Rosario.

L.T.F. GAMUT, Lógica, lenguaje y significado: Lógica intensional y gramática lógica,
Traducción de Edgar J. Andrade y Carlos M. Márquez/ L.T.F. Gamut
Traducción de: Logica, taal en betekenis. Vol. 2: Intensionele logica en logische grammatica
Bogotá: Editorial Universidad del Rosario, 2010.
444 p.—(Colección Lecciones de Ciencias Humanas).

ISBN: 978-958-738-013-2

Lógica intensional / Lógica modal / Teoría de tipos
Gramática lógica / Gramática de Montague.

513.1 SCDD 20

Impreso y hecho en Colombia
Printed and made in Colombia

Contenido

Índice de cuadros	xi
Nota de los traductores	xii
Prólogo de la versión en inglés	xvii
Prefacio	xix
Capítulo 1. Orígenes de la lógica intensional	1
1.1. Introducción	1
1.2. La Teoría del Significado por Correspondencia	2
1.3. Naturalismo <i>versus</i> convencionalismo	3
1.4. Variaciones de la Teoría del Significado por correspondencia	4
1.5. Semántica lógica como una teoría referencial	5
1.6. Problemas con la Teoría Referencial del Significado	7
1.7. La Teoría del Significado de Frege	10
1.8. Dependencia del contexto	16
Capítulo 2. Lógica proposicional intensional	19
2.1. Introducción	19
2.2. La semántica de mundos posibles	19
2.3. Lógica proposicional modal	23

2.3.1.	Antecedentes históricos	23
2.3.2.	Sintaxis y semántica	26
2.3.3.	El enfoque sintáctico de la noción de validez	35
2.3.4.	Modalidades aléticas y epistémicas	37
2.3.5.	Una aplicación	38
2.4.	Lógica temporal proposicional	40
2.4.1.	Sintaxis y semántica	40
2.4.2.	‘Ahora’: una extensión	47
2.4.3.	Otros enfoques	49
2.5.	Tiempo y modalidad combinados	51
Capítulo 3.	Lógica de predicados intensional	55
3.1.	Contextos opacos: modalidades <i>de dicto</i> y <i>de re</i>	55
3.2.	Nombres propios y descripciones definidas	61
3.3.	La semántica de la lógica de predicados modal	66
3.3.1.	Fórmulas sin variables	66
3.3.2.	Identidad	71
3.3.3.	Variables y cuantificadores	73
3.3.4.	Un dominio: el predicado de existencia	78
3.4.	Otras clases de contextos	82
3.5.	Una nota metodológica	88
Capítulo 4.	Teoría de Tipos y Gramática Categorial	93
4.1.	Introducción	93
4.2.	La Teoría de Tipos	94
4.2.1.	Distinción de tipos en el lenguaje natural	94
4.2.2.	Sintaxis	98
4.2.3.	Semántica	103
4.3.	Gramática Categorial	115
4.3.1.	Introducción	115
4.3.2.	Características de la Gramática Categorial	115
4.3.3.	La adecuación descriptiva de la gramática categorial	122
4.3.4.	La Gramática Categorial y la Teoría de Tipos	125
4.4.	λ -abstracción	128
4.4.1.	El λ -operador	128
4.4.2.	λ -conversión	136

Capítulo 5. Teoría de Tipos Intensional	146
5.1. Introducción	146
5.2. Construcciones y conceptos intensionales	146
5.3. Sintaxis	148
5.4. Semántica	151
5.5. Los operadores \wedge y \vee	159
5.6. λ -conversión	163
5.7. Operadores temporales	165
5.8. Teoría de Tipos Di-sorteadas	166
 Capítulo 6. Gramática de Montague	 174
6.1. Introducción	174
6.1.1. La composicionalidad del significado y la sintaxis	175
6.1.2. Lenguaje objeto y metalenguaje: clausura semántica	178
6.1.3. La semántica y la teoría de la verdad	180
6.2. La organización de una Gramática de Montague	183
6.3. Una Gramática de Montague para un fragmento del español	188
6.3.1. Categorías y expresiones básicas	188
6.3.2. Términos, verbos intransitivos, oraciones	191
6.3.3. La organización del proceso de traducción	195
6.3.4. La traducción de los términos	198
6.3.5. Verbos transitivos	207
6.3.6. La función de los postulados de significado	214
6.3.7. Postulados de significado para el fragmento	217
6.3.8. Ambigüedades de alcance, lecturas <i>de re</i> y reglas de cuantificación	223
6.3.9. El verbo transitivo <i>ser</i>	234
6.3.10. Reglas de conjunción, disyunción y negación	239
6.3.11. Complementos oracionales e infinitivos, adjetivos, cláusulas relativas y adverbios	243
6.4. Conceptos individuales	253
6.4.1. Argumentos para la introducción de conceptos individuales	253
6.4.2. Consecuencias de la introducción de conceptos individuales	256
6.4.3. Algunos ejemplos	260
6.4.4. Postulados de significado	262
6.5. Composicionalidad, forma lógica y forma gramatical	266
6.6. Observaciones finales	273

Capítulo 7. Desarrollos recientes	277
7.1. Introducción	277
7.2. La Teoría de los Cuantificadores Generalizados	279
7.2.1. Objetivos principales	279
7.2.2. Los <i>SN</i> como cuantificadores generalizados	283
7.2.3. Determinantes: dos perspectivas	285
7.2.4. Algunas propiedades fundamentales	287
7.2.5. Restricciones globales	307
7.2.6. Determinantes lógicos	315
7.2.7. Desarrollos posteriores	322
7.3. La Gramática Categorical Flexible y la Teoría de Tipos	322
7.3.1. Cambio de categoría	322
7.3.2. Un punto de vista lógico	325
7.3.3. Desarrollos adicionales	329
7.4. Teoría de Representación de Discursos	330
7.4.1. Introducción	330
7.4.2. Algunos problemas con las relaciones anafóricas	332
7.4.3. Una introducción informal a la DRT	339
7.4.4. Definiciones formales	346
7.4.5. DRT y la composicionalidad	357
7.4.6. Conclusión	370
Solución de los ejercicios seleccionados	373
Notas bibliográficas	415
Bibliografía	418
Índice analítico	432

Índice de cuadros

4.1. Tipos y expresiones	100
4.2. Tipos e interpretaciones	107
5.1. Tipos e interpretaciones intensionales	153
5.2. Tipos y expresiones intensionales	158
6.1. Categorías y expresiones	190
6.2. Categorías y expresiones	257
6.3. Variables e interpretación	258
7.1. Interpretación de SN	288
7.2. SN monótonos	296
7.3. Complejidad contable de los determinantes	306
7.4. Determinantes cuantitativos	316

Nota de los traductores

Lógica, lenguaje y significado es una obra en dos volúmenes que pueden leerse independientemente. Ella es el resultado del trabajo conjunto de un grupo de lógicos, filósofos y lingüistas holandeses, a comienzos de los años ochenta, cuyo pseudónimo colectivo es L.T.F. Gamut.¹ El volumen 1, *Introducción a la lógica*, como su nombre lo indica, presenta una introducción a la lógica proposicional y de predicados, así como a distintas extensiones y variaciones de las mismas. También incluye una discusión formal sobre la Teoría de las Implicaturas Pragmáticas de Grice, así como de algunos modelos formales de la sintaxis del lenguaje natural. El volumen 2, *Lógica intensional y gramática lógica*, es una aplicación de los sistemas lógico-formales al estudio del significado del lenguaje natural. En éste se presenta una discusión de la Teoría del Significado por Correspondencia y se discuten las paradojas que llevan a una distinción entre sentido y referencia. Tal distinción da lugar a una lógica con una semántica intensional. Por consiguiente, el libro estudia en detalle una variedad de sistemas lógicos intensionales, entre ellos la lógica proposicional modal y la lógica de predicados modal. También introduce la Teoría de Tipos, aumentada con el λ -operador. La versión intensional de esta lógica resulta idónea para la representación del significado referencial (aunque intensional) del lenguaje natural. Dicho sistema es el utilizado por Montague para la creación de su famosa Gramática Lógica, la cual se estudia en profun-

¹L.T.F. GAMUT es un pseudónimo colectivo de los profesores de la Universidad de Ámsterdam J.F.A.K. van Benthem, profesor de Lógica Matemática, J.A.G. Groenendijk, profesor del departamento de Filosofía, D.H.J. de Jongh, profesor de los departamentos de Filosofía y Matemáticas, M.J.B. Stokhof, profesor del departamento de Lingüística Computacional, y del profesor de Lingüística de la Universidad de Utrecht, H.J. Verkuyl.

didad en este volumen. Finalmente, se presenta una serie de avances en el estudio de la semántica formal del lenguaje natural, propiciados por el marco de trabajo creado por la Gramática de Montague.

La versión original en holandés, publicada en 1982 por Uitgeverij Het Spectrum, fue seguida por la versión en inglés de The University of Chicago Press, en 1991. Aunque ya existe la versión en español del volumen 1, realizada en 2002 por la Editorial Eudeba, la versión en español del volumen 2 había quedado en el aire. Esta situación se soluciona con la presente publicación de la Editorial de la Universidad del Rosario. En este momento, este influyente libro sobre semántica formal está siendo traducido también al francés y al chino.

Lógica, lenguaje y significado. Lógica intensional y gramática lógica trata, en su mayor parte, sobre estudios semánticos del lenguaje natural. Varios de los fenómenos tratados, sin embargo, tienen manifestaciones distintas en distintos lenguajes. Los estudios semánticos que se exponen en el presente libro analizan los fenómenos como ocurren en la lengua inglesa. Sin embargo, no siempre hay una estricta correspondencia entre los ejemplos en inglés y en español. Es por esta razón que ha sido preciso modificar el texto para preservar los fenómenos semánticos que se discuten, aunque no se preserve la traducción literal de algunos de los ejemplos. A continuación presentamos una lista de las modificaciones más notables.

En primer lugar, uno de los fenómenos que recibe más atención en la Gramática de Montague, en parte debido a su compromiso con el principio de composicionalidad, es el análisis de las ambigüedades *de dicto* y *de re* en oraciones como (1) (cf. §6.3.8.):

- (1) *John seeks a unicorn*
Juan busca un unicornio

La traducción al español de la oración *John seeks a unicorn* es ambigua entre *Juan busca un unicornio* y *Juan busca a un unicornio*. Mientras que la oración en inglés es ambigua, y es precisamente dicha ambigüedad lo que constituye el tema de análisis, en español dicha ambigüedad se pierde debido al uso de la preposición *a*.

En español, el complemento directo de un verbo transitivo debe estar precedido por la preposición *a* cuando éste es animado y definido, excepto en algunos casos en los que la preposición es obligatoria, como en *agarrarse a* o *ayudar a*. Debido a que la preposición *a* depende de si el objeto directo es definido o no, en los casos en los cuales éste es animado, la ambigüedad *de dicto/de re* desaparece. Compare las oraciones *Juan busca una secretaria* y

Juan busca a una secretaria. La primera sólo puede significar que Juan busca a alguien, quien quiera que sea, que cumpla el papel de secretaria —la lectura *de dicto*. La segunda sólo puede significar que Juan busca a una persona en particular, que resulta ser una secretaria —la lectura *de re*. Es por esta razón que se decidió utilizar el ejemplo *Juan busca un tesoro* en lugar del ejemplo (1), pues sólo en casos muy especiales la preposición *a* puede ocurrir antes del objeto directo inanimado (por supuesto, cuando dicha preposición no es obligatoria).²

En segundo lugar, los pronombres en español pueden convertirse en sufijos; cosa que no ocurre en inglés. El uso de variables sintácticas en la Gramática de Montague requirió algunas modificaciones para su adaptación al español, como lo atestiguan las adaptaciones a las reglas S8, *n* (p. 225) y S16 (p. 245). En el primer caso, la regla debe adaptarse al uso de sufijos, como en el ejemplo (2):

(2) Juan intenta encontrarlo

La regla de cuantificación, es decir S8, *n* debe identificar el sufijo *lo*, para reemplazarlo por un término, por ejemplo *un tesoro*. Oraciones como la del ejemplo (2) son creadas por medio de la regla S16, la cual debió adaptarse con ese propósito, pues en este tipo de construcciones, un pronombre en su forma acusativa se convierte en un sufijo.

En tercer lugar, las dos reglas anteriores también tuvieron que adaptarse para dar cuenta del cambio en el orden de las palabras. Lo que queremos decir es que en español, cuando un verbo transitivo tiene como objeto directo un pronombre, dicho pronombre debe ir antes del verbo. Esto no ocurre en inglés:

(3) *John seeks it*
 Juan busca lo_{acusativo}
 Juan lo busca

Esto implica que la regla de los verbos transitivos, es decir S7 (p. 208), haya sido modificada para dar cuenta de esta inversión en el orden de las palabras. Lo mismo ocurre, aunque implícitamente, en el caso de la regla S16, al reemplazar un pronombre por un sufijo.

En cuarto lugar, algunos efectos morfológicos se han dejado implícitos, como la concordancia de género y número, aunque ellos deberían incorporarse

²Compare las siguientes expresiones: *Ambos creían que los astros regían a las pasiones* (Octavio Paz), *El suicidio de la muchacha... excitó a la opinión pública* (M. Vargas Llosa) (cf. Butt y Benjamin, 2004, §22).

en un tratamiento más riguroso. También se omitió un comentario con respecto a la traducción de *that* en lógica intensional, cuya contraparte en español *que* es más compleja debido al subjuntivo explícito en éste último —compare, por ejemplo, *that Mary comes* y *que María venga*—. En consecuencia, un tratamiento sistemático de la expresión *que* no se puede hacer sin el correspondiente estudio del modo subjuntivo.

Algunas dificultades en la traducción surgieron en otros lugares. Un caso particular es el de los elementos de polaridad negativa. Se necesitan algunos ajustes, ya que al traducir expresiones con *any*, como en (4), se pierde por completo el funcionamiento de *any*, puesto que tanto *anything* como *nothing* se traducen por *nada*. Algo similar ocurre con *needn't*.

- (4) *Nobody saw anything*
Nadie vio nada

Con respecto a los cuantificadores generalizados, tratados en la sección 7.2., se requirieron ciertas modificaciones. Por ejemplo, la discusión sobre la restricción adjetival de los determinantes (cf. §7.2.5.) es prácticamente superflua en español, si no fuera por casos como *todos los grandes*, que pueden aparecer por ejemplo en oraciones como *todos los grandes escritores han ganado su fama con mucho esfuerzo*. En inglés el orden relativo entre adjetivos y sustantivos es inverso al español. Es por eso que es más natural agrupar el determinante *all* con el adjetivo que le sigue. Esto hace posible pensar que expresiones como *all red* forman un único componente. Su traducción en español, *todos los rojos*, ciertamente no es un determinante.³ Colocar el adjetivo antes del sustantivo es permitido en algunos casos, pero con el efecto pragmático de comunicar un efecto subjetivo de impresión o de algo extraordinario (compare *una tremenda tragedia*). Así pues, al traducir el fenómeno de la restricción adjetival, se buscaron ejemplos en los cuales dicho efecto pragmático fuera moderado, como en el caso de *todos los grandes*.⁴

Este libro es una excelente introducción a la semántica formal, que, a pesar de sus años, aún permanece vigente. Estamos seguros de que esta versión en español será de gran utilidad para filósofos, lingüistas e incluso matemáticos interesados por un tratamiento formal del lenguaje natural, a nivel de estudios de los últimos años de pregrado y a nivel de maestría y doctorado.

³La expresión *todos los rojos* puede ser un sustantivo, como cuando se utiliza como respuesta a una pregunta; por ejemplo *¿cuáles de estos carros te gustan?*

⁴Estas dificultades fueron, en parte, resueltas con el auxilio de las siguientes fuentes de consulta: Butt y Benjamin (2004); Marín *et al.* (1999); Zagana (2006).

Finalmente, queremos expresar nuestro agradecimiento a Juan Felipe Córdoba, director de la Editorial Universidad del Rosario, quien con su paciencia y apoyo ha hecho posible la realización de este proyecto. Asimismo, queremos agradecer a Martin Stokhof y a los demás autores por su entusiasmo sobre esta versión en español y toda la ayuda prestada para que haya llegado a buen término.

Los traductores
Ámsterdam y Bogotá,
septiembre de 2009

Prólogo de la versión en inglés

Los holandeses no sólo tienen lo que debe ser el mayor número de lingüistas *per capita* del mundo; también tienen una larga y rica tradición de combinar la lingüística, la lógica y la filosofía del lenguaje. Así pues, no debe sorprendernos que haya sido una colaboración interdisciplinaria de académicos holandeses la que haya creado la primera introducción exhaustiva a la lógica, el lenguaje y el significado, que incluye, por una parte, una introducción a la lógica muy detallada, comenzando desde lo básico y, por otra, plantea en cada punto conexiones con el estudio del significado del lenguaje natural. Por estas razones, este libro constituye una introducción y un trasfondo lógico de muchas preocupaciones centrales de la semántica, así como de la filosofía del lenguaje.

Está diseñado de una hermosa forma pedagógica, donde los desarrollos centrales se introducen muy cuidadosamente; además, es rico en ejemplos y ejercicios y tiene una gran cantidad de material relacionado opcional que puede incluirse u omitirse de acuerdo con los distintos tipos de cursos (o en un entrenamiento autodidacta) para los cuales puede ser usado. Puedo imaginarlo ajustado de manera muy fina a distintos cursos en los currículos de lingüística, filosofía, ciencia cognitiva, inteligencia artificial o lingüística computacional. Sería menos adecuado para un curso de lógica dentro de un programa de matemáticas, puesto que hace menos énfasis sobre las demostraciones y la metamatemática que el que haría un libro de lógica con orientación matemática; aunque, ciertamente, el libro no tiene faltas de rigor. Creo que los autores han hecho un trabajo fantástico para combinar la accesibilidad pedagógica con una gran atención al rigor, cuando éste es relevante.

Una diferencia muy notable con respecto a otros textos introductorios de lógica más familiares es la inclusión de introducciones accesibles a muchos

tópicos no característicos de la lógica, los cuales van desde aproximaciones a las presuposiciones y a las lógicas multi-valuadas, hasta asuntos sobre la fundamentación de la Teoría de Modelos. Adicionalmente, en el volumen 2 se profundiza sobre un amplio rango de tópicos más avanzados (pero siempre de manera muy accesible). Por esta razón, el libro le ofrece al estudiante una perspectiva invaluable sobre la lógica como un área en activo crecimiento, desarrollo y controversia y no simplemente como un repositorio de un conjunto único de axiomas y teoremas eternos. El volumen 2 presenta una introducción extraordinaria a las preocupaciones interdisciplinarias de la lógica y la semántica e incluye una introducción a las bases de la Gramática de Montague y a la semántica modelo teórica en general.

Conocí este libro en su versión holandesa durante un periodo sabático en los Países Bajos, en 1982–83; me hizo muy feliz aprender holandés para poder apreciar lo maravilloso que es, pero, al mismo tiempo, me sentí muy triste de no ser capaz de usarlo tan pronto volví a casa. Comencé a hacer *lobby* para traducirlo al inglés y estoy encantada de que se haya hecho realidad. Espero que los profesores y estudiantes de habla inglesa aprecien este libro tanto como he anticipado que lo harán. Los autores son académicos de primer nivel y líderes en sus campos y creo que han creado un texto que le dará a los estudiantes principiantes la mejor entrada posible al área de estudio aquí tratada.

Barbara H. Partee
Departamento de Lingüística
Universidad de Massachusetts

Prefacio

Lógica, lenguaje y significado consta de dos volúmenes que pueden leerse independientemente: el volumen 1: *Introducción a la lógica*, y el volumen 2: *Lógica intensional y gramática lógica*. Juntos proveen una visión general de la lógica moderna, desde la perspectiva del análisis del lenguaje natural. Representan el esfuerzo combinado de dos lógicos, dos filósofos y un lingüista. Se ha hecho un intento por integrar las contribuciones de estas disciplinas en un todo consistente. Esta empresa fue inspirada por la convicción de los autores, a saber, de que la lógica y el lenguaje son inseparables, en particular cuando se trata el análisis del significado. La investigación combinada de la lógica y el lenguaje es una tradición filosófica que puede remontarse al menos hasta Aristóteles. El surgimiento de la lógica matemática, por un lado, y la lingüística estructural, por el otro, dieron lugar a un periodo de desarrollo separado. Sin embargo, con el madurar de estas disciplinas, su relevancia mutua se ha hecho evidente. Una nueva región interdisciplinaria ha emergido entre los límites de la filosofía, la lógica y la lingüística. *Lógica, lenguaje y significado* es una introducción a este nuevo campo. El volumen 1 establece bases sólidas en la lógica proposicional clásica y la lógica de predicados. El volumen 2 extiende estas bases por medio de la inspección de sistemas lógicos más completos, tales como la lógica intensional y la Teoría de Tipos, y muestra la aplicación de estos en la construcción de una gramática lógica.

En el volumen 1 se introduce la lógica desde una perspectiva lingüística, aunque se ha hecho un esfuerzo por mantener el interés de aquellos lectores que sólo quieren aprender lógica (quizás con la excepción de aquellos con un interés puramente matemático en el asunto). En razón de ello, se han incluido

algunos temas que no se encuentran en otros textos introductorios, temas como la lógica multi-valuada, la lógica de segundo orden y la relación entre lógica y lingüística matemática. Incluso se ha hecho un primer intento de presentar una pragmática lógica. También se tratan algunos otros temas más tradicionales como la Teoría de las Descripciones Definidas y el papel de investigar sobre los fundamentos de las matemáticas.

En el volumen 2 se asume que hay una familiaridad con la lógica proposicional y la lógica de predicados, pero no necesariamente una familiaridad con el volumen 1. La primera mitad de este volumen trata acerca de diferentes sistemas de la lógica intensional y acerca de la Teoría de Tipos. La interacción entre los orígenes de estos sistemas en lógica y filosofía y el papel que juegan en el desarrollo de teorías intensionales del significado es una temática común que se tratará a lo largo de los capítulos. En el curso de esta exposición, el lector cuidadoso obtendrá gradualmente una familiaridad con la lógica y filosofía, necesarias para un entendimiento apropiado de la gramática lógica. La Gramática de Montague, la forma más conocida de gramática lógica, se describe en detalle y se aplica sobre un fragmento del idioma español. Seguido a esto, se presta atención sobre algunos de los desarrollos más recientes en gramática lógica tales como la Teoría de los Cuantificadores Generalizados y la Teoría de Representación de Discursos.

Un objetivo importante de este libro es introducir a los lectores a la gran diversidad presente en el campo de la lógica formal. El lector se enfrentará a muchos tipos de lógica —es decir, combinaciones de lenguajes formales, interpretaciones semánticas y nociones de consecuencia lógica— cada una con su propio campo de aplicación.

Frecuentemente la ciencia sólo es capaz de ver cuáles de las teorías explicarían lo que se investiga y cómo podrían modificarse o reemplazarse cuando se examina el fenómeno muy de cerca. En este campo, también es preciso el análisis formal de patrones y teorías de razonamiento que conduzcan al desarrollo de nuevas alternativas. Aquí, la precisión formal y la creatividad van de la mano.

Es deseo de los autores que los lectores desarrollen un entendimiento activo de las temáticas presentadas, que se lleguen a ver los métodos formales como métodos flexibles para responder a cuestionamientos semánticos y que el lector, eventualmente, esté en posición de poder aplicar estos métodos. Con este propósito, se han incluido diversos ejercicios. Estos ejercicios podrán ayudar a hacer apropiados los dos volúmenes como textos para cursos de amplitud y profundidad diversa. Las soluciones a algunos ejercicios seleccionados (mar-

cados con un asterisco) también han sido incluidas, para facilitar el estudio individual.

Con el fin de subrayar su visión común, los autores de estos dos volúmenes han fusionado sus identidades en la sigla L.T.F. Gamut, la cual funciona (o al menos funcionó hasta el momento de la escritura del presente libro) en tres universidades diferentes de Holanda. L.T.F. Gamut está compuesto por Johan van Benthem, lógico de la Universidad de Groningen; Jeroen Groenendijk, filósofo, Dick de Jongh, lógico, y Martin Stokhof, filósofo, los tres de la Universidad de Ámsterdam; y Henk Verkuyl, lingüista de la Universidad de Utrecht.

Este trabajo no surgió así sin más. Parte de él ha estado en circulación como notas de clase para estudiantes. Los ejercicios, en particular, derivan de un fondo común construido a lo largo de años por los autores y sus colegas. Los autores desean expresar su agradecimiento a todos aquellos que, de una u otra forma, contribuyeron en la elaboración de esta obra. Debemos un agradecimiento especial a Pier Rodenburg, quien ayudó a la escritura en sus primeras etapas, a Michael Morreau, por su traducción al inglés del primer volumen y partes del segundo, y a Babette Greiner, por su traducción al inglés de la mayoría del volumen 2.

Resumen del volumen 2

El capítulo 1 provee un trasfondo para los sistemas de la lógica intensional, presentados en los capítulos 2 y 3. Se discuten la naturaleza y los límites de la semántica de la lógica de predicados y se esbozan los intentos de Frege de desarrollar una Teoría Intensional del Significado.

El capítulo 2 se centra en la parte proposicional de la lógica intensional. Se hace una caracterización general de la semántica de los mundos posibles, y luego ésta se demuestra con base en la lógica proposicional modal y la lógica temporal proposicional. No sólo se presta atención a los asuntos lógicos y filosóficos, sino también a sus aplicaciones potenciales en el análisis del lenguaje natural.

El mismo tratamiento se le da a la lógica de predicados intensional en el capítulo 3, la cual aparece aquí casi exclusivamente como una lógica de predicados modal. Se comparan diferentes opciones semánticas alternativas. Asimismo, se discuten temas como la designación rígida, junto con ciertos cuestionamientos metodológicos más generales, que surgen en relación con la lógica intensional.

El capítulo 4 introduce y compara la Teoría de Tipos y la Gramática Categorial. Una razón importante para preferir lenguajes tipo-teóricos es la diversidad sintáctica y semántica del lenguaje natural. Incrementar la aplicabilidad de sistemas lógicos en el análisis sistemático del lenguaje natural es también la razón más importante para introducir λ -abstracciones. Anticipando la discusión de la Gramática de Montague, en el capítulo 6 se discuten ciertos requerimientos metodológicos que deben satisfacerse en tales aplicaciones, junto con el rol que las λ -abstracciones pueden cumplir para ayudar a satisfacer dichos requerimientos. El capítulo 4 contiene también una exposición de los principios de la Gramática Categorial.

En el capítulo 5, la lógica intensional y la Teoría de Tipos se combinan. Esta combinación produce la Teoría de Tipos Intensional, que es el sistema lógico que se utiliza en la Gramática de Montague con el fin de proveer una semántica lógica para (un fragmento de) un lenguaje natural. Se ha incluido una sección sobre Teoría de Tipos Di-sorteadas, con el objetivo de presentar de manera más comprensible ciertas propiedades formales de la Teoría Intensional de Tipos.

El capítulo 6 comienza con una discusión acerca de algunas suposiciones hechas cuando los sistemas lógicos se aplican de manera sistemática al análisis semántico del lenguaje natural. Seguidamente, se expone el modelo más conocido de gramática lógica: la Gramática de Montague. La forma y función de la Gramática de Montague es mostrada en detalle aplicándola a la sintaxis y semántica de un fragmento del español.

El capítulo 7 es una revisión general de tres desarrollos recientes en semántica modelo-teórica del lenguaje natural. El primero es la Teoría de Cuantificadores Generalizados, la cual fue desarrollada a finales de los setenta y se reconstruyó sobre el análisis de expresiones cuantificadas que pueden ser halladas en la Gramática de Montague. Este desarrollo es particularmente interesante porque ubica la gramática lógica dentro de limitaciones empíricas reales. En segundo lugar, se presta atención sobre los recientes intentos para hacer que la Gramática Categorial ‘clásica’ se convierta en una herramienta más útil para la descripción del lenguaje natural. El tercer desarrollo es la Teoría de Representación de Discursos, la cual se desarrolló a principio de los ochentas. Esta teoría tiene como objetivo mejorar la gramática lógica con respecto a problemas con las relaciones anafóricas y extender el modelo a nivel del discurso.

Notas bibliográficas y referencias a la literatura relevante concluyen este volumen, sin pretensión alguna de ser exhaustivas.

Conocimiento previo requerido y notación

Se asume que el lector está familiarizado con la sintaxis y semántica de la lógica proposicional y la lógica de predicados y con la Teoría de Conjuntos básica, incluyendo la noción de función (los capítulos 2 al 4 del volumen 1 proveen una introducción apropiada al tema). En particular, el lector debe tener un entendimiento de la noción de lenguaje formal y de la noción de fórmula. Con respecto a la notación usada en lógica proposicional: aquí haremos uso de los conectores \wedge (conjunción), \vee (disyunción), \neg (negación), \rightarrow (implicación (material)) y \leftrightarrow (equivalencia (material)). Las letras p, q, r se usan para hacer referencia a letras proposicionales; cuando sea necesario se adicionarán primas y subíndices, como en p', p'', p_0, p_1 , etc. Estos símbolos, junto con los paréntesis ‘(’ y ‘)’, nos permiten introducir fórmulas como $\neg\neg\neg(p \rightarrow q)$ y $((p \wedge q) \vee r)$. En general, sólo los paréntesis más externos se suprimen, como en $(p \wedge q) \vee r$. Las letras griegas $\phi, \psi, \chi, \phi', \phi''$, etc., se utilizan como metavariables para hacer referencia a fórmulas en general.

Conceptos como *fórmula proposicional* y *fórmula de la lógica de predicados* se introducen por medio de definiciones inductivas (es decir, recursivas). Tales definiciones siempre finalizan con una, así llamada, cláusula inductiva, que decreta que nada es una fórmula si no es construida con las cláusulas anteriores. La noción de prueba inductiva también se introduce en el volumen 1, pero tales técnicas matemáticas de prueba han sido omitidas en el texto.

A diferencia de otros textos sobre el tema, las sucesiones de símbolos no se deben considerar aquí como fórmulas en sí mismas, sino como nombres que hacen referencia a estas fórmulas. Por ejemplo, el símbolo (cadena de longitud 1) \wedge únicamente hace referencia al signo de la conjunción. Él, en sí mismo, no constituye la conjunción. Así, oraciones como \wedge *es el signo de la conjunción* no constituyen un abuso de notación; no hay comillas faltantes (a propósito, en ambos volúmenes se ha preferido utilizar itálicas, en vez de las comillas, para mencionar una expresión).

Sobre el mismo principio, no existe un lenguaje único para la lógica proposicional: cualquier conjunto de letras proposicionales dado genera su propio lenguaje, es decir, su propio conjunto de fórmulas construido a partir de estas letras proposicionales. Así pues, ‘ p ’, ‘ q ’ y ‘ r ’ no son en sí mismas letras proposicionales; ellas son metavariables que hacen referencia a letras proposicionales en cualquiera de una variedad de diferentes lenguajes. Comentarios similares se mantienen para la lógica de predicados.

Con respecto a la lógica de predicados, se asume la familiaridad del lector con constantes individuales (notación: a, b, c, c_1, c_2 , etc.), variables (notación:

x, y, z, z_1, z_2 , etc.), la distinción entre (ocurrencias) libres y acotadas de variables dentro de las fórmulas y con la noción de alcance de los cuantificadores \forall (cuantificador universal) y \exists (cuantificador existencial). Las fórmulas que carecen de variables libres hacen referencia a sentencias. Para la fórmula resultante de la substitución de y por (las ocurrencias libres de) x en una fórmula ϕ , se tiene la notación $[y/x]\phi$.

En la semántica de la lógica proposicional hacemos uso de valuaciones, escritas como V, V' , etc. Las nociones de tautología, contradicción y equivalencia (lógica) se presuponen, así como la noción de validez de un esquema argumentativo $\phi_1, \dots, \phi_n/\psi$. Para ' ϕ es una tautología' escribimos $\models \phi$ y para ' $\phi_1, \dots, \phi_n/\psi$ es un esquema argumentativo válido' escribimos $\phi_1, \dots, \phi_n \models \psi$. Las negaciones de estos dos son $\not\models \phi$ y $\phi_1, \dots, \phi_n \not\models \psi$, respectivamente.

La semántica de la lógica de predicados se presenta en términos de modelos $(\mathbf{M}, \mathbf{M}'$, y así sucesivamente), que consisten en un dominio D junto con una función de interpretación $I_{\mathbf{M}}$, la cual asigna valores adecuados para las constantes y las letras predicativas. Así, por medio de la definición de verdad de Tarski, cualquier modelo \mathbf{M} dado tiene su propia función de valuación $V_{\mathbf{M}}$, la cual asigna para cada sentencia en el lenguaje un valor de verdad 1 (si la sentencia es verdadera) o un valor de verdad 0 (si la sentencia es falsa), y una variedad de funciones de valuación $V_{\mathbf{M},g}$ para las fórmulas. Las valuaciones dependen de cuál asignación g se escoja, estas asignaciones son funciones que vinculan las variables del lenguaje en cuestión en D . Una sentencia ϕ es 'verdadera en el modelo \mathbf{M} ' sólo si $V_{\mathbf{M}}(\phi)=1$. Con relación a las asignaciones, la siguiente notación es útil: $g[x/d]$ hace referencia a la asignación que señala el valor d a la variable x y que en cualquier otro caso concuerda con g .

Dada esta semántica, nociones como la validez universal de las fórmulas, la validez de los esquemas argumentativos, la equivalencia de las sentencias y (vía asignación) la equivalencia de fórmulas pueden introducirse. Principios como $\chi \leftrightarrow \chi' \models \phi \leftrightarrow [\chi'/\chi]\phi$, $s = t \models \phi \leftrightarrow [t/s]\phi$ y $\forall x(A(x) \leftrightarrow B(x)) \models \phi \leftrightarrow [B/A]\phi$ se llaman principios de extensionalidad.

Alguna familiaridad con la noción de derivabilidad sintáctica $\phi_1, \dots, \phi_n \vdash \psi$ (ψ es derivable a partir de ϕ_1, \dots, ϕ_n) es útil pero no esencial. Una noción de derivabilidad axiomática funcionaría tan bien como el sistema de deducción natural que se introdujo en el volumen 1. Un entendimiento de los significados de teoremas metalógicos, como el de completitud y su converso, el teorema de validez, es igualmente deseable pero no esencial para el lector de este volumen.

Entre las notaciones usadas en Teoría de Conjuntos tenemos: \emptyset para el conjunto vacío; \cap para intersección, y \cup para la unión de conjuntos; $\{1, 2\}$

para el conjunto que contiene únicamente 1 y 2; y $\langle a_1, \dots, a_n \rangle$ para una n -tupla ordenada. $A \times B$ se refiere al producto cartesiano $\{\langle a, b \rangle : a \in A \& b \in B\}$ de A y B ; $A \subseteq B$ significa ‘ A es un subconjunto de B ’ (no necesariamente uno propio). El conjunto $\{A : A \subseteq B\}$ de todos los subconjuntos de un conjunto B es llamado el conjunto potencia de B , y para su notación se utiliza $\wp(B)$. Propiedades de relaciones como (ir)reflexividad, simetría y transitividad se asumen como familiares.

Descripciones definidas $\iota x \phi$ (los x tales que ϕ) normalmente se analizan en la forma “russelliana”: una fórmula ψ que contenga una descripción definida $\iota x \phi$ se lee como $\exists x(\forall y([y/x]\phi \leftrightarrow x = y) \wedge [x/\iota x \phi]\psi)$, asumiendo que y es libre para x en ϕ .

Finalmente, se debe mencionar la forma en la cual se presentan las traducciones del lenguaje natural al lenguaje de la lógica de predicados y proposicional. El siguiente ejemplo hará esto lo suficientemente claro:

Todos los profesores aman a Andrés, pero él no ama a todos los profesores.

Traducción en la lógica proposicional: $p \wedge q$

Claves: p : *Todos los profesores aman a Andrés;*
 q : *Andrés no ama a todos los profesores.*

Traducción en la lógica de predicados: $\forall x(Tx \rightarrow Axa) \wedge \neg \forall x(Tx \rightarrow Axx)$

Claves: a : *Andrés;*
 Tx : *x es un profesor;*
 Axy : *x ama a y .*

Estas traducciones son importantes principalmente para los ejercicios.